ANNEXE III - CONTRAINTES APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS DE TELECOMMUNICATION

Dans le domaine des équipements de télécommunications, les pratiques sont variables en fonction des entreprises.
Le référent en vigueur dans ce document est la Directive interarmées de l'infrastructure des réseaux de desserte (standard de pré câblage en vigueur au ministère des armées).
Ses recommandations sont déclinées en contraintes dont l'application permettra de garantir la recette du câblage, son évolution, et sa pérennité.
Dans les réponses, deux points seront examinés avec une attention particulière :

- **l'infrastructure de raccordement et de brassage qui devra être homogène et fonctionnelle ;**
- **la chaine de liaison, qu'elle soit optique ou cuivre, dont les éléments constitutifs liaison (prise terminale, câble de distribution capillaire, noyau des armoires techniques, cordons de brassage) devront présenter une homogénéité de catégorie et être issus du même constructeur afin que sa garantie puisse être engagée.**

- **Appendice A - Normes et règles applicables**

Le câblage structuré des bâtiments pour l'informatique et les télécommunications résulte de l'application simultanée d'un certain nombre de normes et règles suivantes :

Normes d'installation :

- NFC 15-100 : réglementation des installations électriques.
- NFC 50174-2 : repérage sur le câble indiquant l'impédance caractéristique et la catégorie du câble version 2001.
- UTE 15-900 : règles d'installation version 2006.
- DTU : prescriptions de mise en œuvre.

Normes de référence pour le câblage :

Les normes internationales et leurs équivalences françaises et européennes définissant l'architecture et les composants du réseau.

- ISO 11801 amendements 1.0 et 2.0 : classe Ea
- EIA/TIA 568-B.2-10 (février 2008) : catégorie 6 Augmented (Cat 6A).
- NF EN 50288-X : câbles métalliques à éléments multiples utilisés pour les transmissions et les commandes analogiques et numériques.
- EN 55022 : norme concernant les contraintes électromagnétiques.
- ISO/CEI/DIS 11801 : norme définissant les exigences de la catégorie 3.
- NF C 93-527-2 : norme définissant les câbles pour réseaux en conduite (série 88).

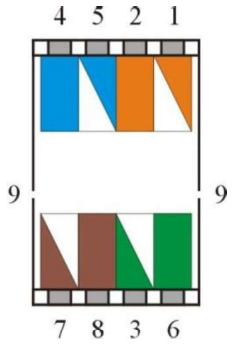
Normes de référence pour les applications :

Les normes portant sur les différents protocoles informatiques sont les suivants :

- ISO 8802.3 : pour la famille Ethernet.
- IEEE 802.3ab : pour le 1000 Base T, Gigabit Ethernet sur câble cuivre.
- IEEE 802.3an : pour le 10 Gigabit Ethernet sur câble cuivre.
- IEEE 802.3af et Draft 3.0 802.3a : pour la transmission de la puissance sur paires torsadées Power Over Ethernet (POE) et Power Ethernet Plus (POEP).

- **Appendice B - Conventions de câblage des équipements passifs**

La convention EIA/TIA 568B, câblage 100 ohms sera appliquée :



RJ45 du terminal	Code de couleurs des câbles 100 Ω	RJ45 du SR
1	T2 : Blanc/Orange	1
2	R2 : Orange	2
3	T3 : Blanc/Vert	3
6	R3 : Vert	6
4	R1 : Bleu	4
5	T1 : Blanc/Bleu	5
7	T4 : Blanc/Marron	7
8	R4 : Marron	8
9	Drain d'écran	9

- **Appendice C - Composants utilisés pour l'informatique et la téléphonie**

Les éléments de la chaine de liaison cuivre (prise terminale, câble de distribution capillaire, noyau des armoires techniques, cordons de brassage) présenteront une homogénéité de catégorie et seront issus du même constructeur afin que sa garantie puisse être engagée.
La catégorie applicable est la 6a.

- **C.1 - Câble multipaires pour les liaisons téléphoniques**

Le câble utilisé sera un câble catégorie 3, de la série 088 pour les liaisons inter bâtiments (usage en extérieur) ou de la série 278 pour les liaisons intra bâtiments (usage exclusif en intérieur). Le diamètre de l'âme sera de 0,6 mm. La gaine extérieure présentera une protection contre les rongeurs et sera également résistante aux contraintes mécaniques du câble lors de la pose sous buses ainsi qu'à l'humidité.
Un repérage standard sur le câble indiquera le constructeur, le type de câble (série), ainsi que le nombre de paires et le sens de la pose selon les normes France Télécom. Le code couleur doit être conforme aux normes usuelles France Télécom.
Les caractéristiques suivantes sont fournies à titre indicatif et devront suivre les évolutions de l'état de l'art.

Type de câble	Utilisation	Résistance de boucle	Capacité	Isolation	Observations
Série 088	Transport extérieur	130,5 Ω/Km	52,5 nf/Km	5000 MΩ/Km	Constitution des artères dans les réseaux téléphoniques
Série 278 ou équivalent	Transport intérieur	133,2 Ω/Km	52,5 nf/Km	5000 MΩ/Km	Liaisons intérieures d'immeubles

Le câble à mettre en place ne comportera aucun point de coupure entre le coffret ou armoire technique du bâtiment et le répartiteur général de la zone ou la sous répartition téléphonique du bâtiment.
Il sera câblé :

- Côté répartiteur général ou sous répartition téléphonique, sur des modules 8 paires CAD supports de protection (type COBRAT 93060) à fournir au titre du marché. Le câblage se fera modulo 7 ;
- Côté baie technique, sur un seul et unique panneau téléphonique équipé de prises RJ45 câblées 3-6/4-5 à fournir au titre du marché et dont le descriptif est fourni alinéa C6.2.

Nota : Si les extrémités des câbles ne peuvent être connectées après la pose, elles seront recouvertes par des embouts thermorétractables et les câbles seront lovés en chambre de tirage ou sous plancher technique afin de garantir leur protection.

IMPORTANT : Le câblage se fera par quarte suivant les spécifications France Télécom.

Repérage : les éléments sont différenciés à l'aide d'un code de 11 couleurs :

- Fil N° 1 : Gris (G) – Incolore (I) – Orange (O) – Violet (Vi)
- Fil N° 2 : Blanc (Bc) – Bleu (Bu) – Jaune (J) – Marron (M) – Noir (N) – Rouge (R) – Vert (Ve)

Quarte N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Paire 1	Fil 1	G	G	G	G	G	G	G	O	O	O	O	O	O	O
	Fil 2	Bc	J	N	Ve	Bu	M	R	Bc	J	N	Ve	Bu	M	R
Paire 2	Fil 1	I	I	I	I	I	I	I	Vi	Vi	Vi	Vi	Vi	Vi	Vi
	Fil 2	Bu	M	R	Bc	J	N	Ve	Bu	M	R	Bc	J	N	Ve

Les faisceaux de 14 quartes sont repérés par ruban de couleur dans l'ordre suivant :
Blanc – Bleu – Jaune – Marron – Noir – Rouge – Vert – Violet

- **C.2 – Câble optique**

Généralités

On distingue trois cas possibles d'utilisation du câble à fibres optiques :

- le câble optique pour les liaisons inter-bâtiments ;
- le câble optique pour les liaisons intra-bâtiment (rocades) ;
- le câble optique pour la desserte capillaire des postes de travail.

Trois types de fibres seront proposables, en fonction des besoins et des caractéristiques de chaque site (importance du nombre de prises, architecture réseau, distance, sécurisation, etc…).

C 2.1 - Câbles optiques pour liaisons inter-bâtiments et intra-bâtiment

Ces câbles, déterminés suivant les besoins du site (multimode, monomode ou mixte), devront être composés d'un nombre de fibres multiple de 6. Ces câbles seront à structure serrée et ne comporteront pas de partie métallique Selon les contraintes d'environnement (extérieur ou intérieur d'un bâtiment), ces câbles présenteront une protection contre les rongeurs, des caractéristiques de protection contre le feu, etc.
Les caractéristiques particulières à respecter sont précisées dans les paragraphes suivants.

La législation en vigueur sur la protection incendie impose qu'un câble optique inter-bâtiment dédié exclusivement à l'extérieur soit raccordé à un boîtier de répartition placé au pied du bâtiment avant l'accès au local technique. En conséquence, on préférera donc l'usage d'un câble intérieur et extérieur en inter-bâtiment.
Ce câble sera conforme aux normes **NF C 32-070 (NPF)** et **NF C 32-062 (LSOH**).

La gaine extérieure portera un marquage métrique, le nom du constructeur, l'année, la contenance précise et le type de(s) fibre(s), d'après les indications du catalogue du fabriquant. La fiche technique de la fibre optique sera fournie.
Le repérage des brins dans les câbles optiques doit répondre au code des couleurs de la norme FOTAG.

Les câbles optiques monomode auront une gaine extérieure de couleur jaune.
Les câbles optiques multi-mode ou mixte auront une gaine extérieure d'une couleur autre que jaune.

Pour les câbles de rocades inter-bâtiments et intra bâtiment, les fibres multimode 50/125 de type OM3 et les fibres monomodes de type OS2 seront exigées. La fourniture de fibre HD est à proscrire.

Caractéristiques techniques

Chaque fibre optique sera composée, en partant de l'âme vers la gaine extérieure, de :

- une protection avec un revêtement primaire de protection de 250µm ;
- une isolation secondaire serrée à 900µm par fibre. Cette configuration doit permettre une manipulation plus facile et plus souple de la fibre pour les interventions de raccordement dans les armoires techniques. Il sera **prohibé tout dispositif terminal d'épanouissement des fibres** au niveau de l'armoire technique ;
- une (des) gaine (s) protectrice (s) externe (s) dépendant des contraintes environnementales.

Le câble monté principalement en fourreau en cas d'utilisation inter-bâtiments, doit bénéficier d'une **protection externe** et garantir :

- une température d'utilisation pour accepter la variation thermique de -30°C à + 70°C ;

- des contraintes mécaniques adaptées :
    - rayon de courbure minimum supérieur ou égal à 15 x diamètre du câble ;
    - diamètre du câble maxi 20 mm.
- une résistance à l'écrasement en chemin de câble, en fourreau >= 20 daN ;
- une résistance à la traction :
    - tension maximale de pose de 300 à 600 N (pour 6 FO et 12 FO) ;
    - tension maximale admissible de 150 à 200 daN.
- un compromis entre souplesse, encombrement et résistance ;
- un renfort par mèches de verre ou d'aramide (Kevlar) pour la protection anti-rongeurs ;
- une protection extérieure (gaine polyvalente Int/Ext.) par une gaine résistante contre les agressions externes (variation température, UV, etc.) ;
- la protection contre l'humidité (ruissellement) ;
- la non-propagation de la flamme (gaine en LSZH) ;
- un filin de déchirement.

C 2.2 - Câbles optiques pour distribution capillaire

Ces câbles devront être composés de deux fibres **type breakout** multimode 50/125 OM3.
Le câble **breakout** est composé d'une gaine extérieure LSZH à l'intérieur duquel on trouve deux tubes de 2,5 mm. Dans chaque tube on trouve du kevlar et des fibres de 900 µm.

Ce câble répondra aux contraintes précédemment citées.

Le câble doit permettre le montage direct de la connectique type ST, SC, ou LC sans aucun autre équipement (épissures, pieuvre etc.).
Il sera prohibé tout dispositif terminal d'épanouissement des fibres au niveau de l'armoire technique.

La distribution coté usager s'effectue en SC sur une prise format 45x45 équipée d'une traversée SC/SC duplex multi-mode avec volet à ressort anti-poussière.

- **C.3 - Câble de desserte intérieure catégorie** 6a

Ces câbles doivent transporter l'ensemble des flux : la voix, les données et l'image.
Les câbles utilisés pour le précâblage seront des câbles à paires torsadées écrantées par paires avec blindage général (F/FTP), 2x4 paires, certifiés catégorie 6a, d'impédance 100 Ω, de bande passante au minimum de 500 MHz et dont la gaine est sans halogène.
Les câbles seront compatibles avec IEEE 802.3af / IEEE 802.3 at (POE et POEP) et conforment à la catégorie 6A suivant IEC 61156-5. Les caractéristiques techniques des câbles F/FTP permettront de supporter les applications type Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, VOIP (Voice over Internet protocole).

Pour maîtriser les phénomènes de couplage électromagnétique et de la paradiaphonie exogène (Alien Crosstalk), l'atténuation de couplage du câble sera supérieure à 55dB.
Sur chaque prise, chaque câble sera raccordé en faisant une reprise de 360° du feuillard ou de la tresse de masse afin de limiter la paradiaphonie exogène.

Ils seront proposés en 2 x 4 paires. Ils auront les caractéristiques suivantes :

- Jauge AWG 23 pour garantir la gestion de IEEE 802.3af et prévoir celle du IEEE 802.3at
- Ecranté paire par paire et général par un écran aluminium pour isoler les paires individuellement et assurer un niveau d'immunité contrant l'ALIEN CROSSTALK
- L'isolant sur chaque conducteur sera de type PE skin foam skin (isolant constitué de trois couches dont une composée de polymère expansé) pour contrôler l'effet capacitif et les phénomènes de diaphonie sur la paire.
- La qualité du blindage définie par l'atténuation de couplage est supérieure à 55dB
- La gaine extérieure sera en LSZH (Low Smoke Zéro Halogène) suivant les normes :
  - NFC 32-070 sur la non propagation de la flamme établie selon le poids ;
  - IEC 60332.1 sur la non propagation de la flamme en fonction du diamètre du câble ;
  - IEC 60332.3 sur la non propagation à l'incendie.

Un dispositif de maintien des câbles entre eux dans les chemins de câbles sera prévu, et son type mentionné dans la réponse.
Le dispositif par collier serrés du type RISLAN est proscrit. **Le dispositif par bandes du type Velcro sera privilégié afin de ne pas contraindre les câbles**.
La longueur de ces câbles n'excédera pas 90 mètres (on admettra qu'une liaison moyenne ne devra pas excéder une longueur de 40 m).
Dans les goulottes, les câbles seront raccordés au plus court. Aucune boucle de câbles ne sera tolérée dans les goulottes.

Important : L'usage de câble 3x4 paires est à proscrire.

- **C.4 – Local technique modulaire du bâtiment**

Définition
Le local technique est par définition le cœur du système. C'est le lieu :

- de regroupement des différents médias, supports de communication ;
- d'implantation des interfaces distribuant les applicatifs réseaux ;
- où sont configurés les différents systèmes ;
- d'intervention de maintenance.

Le local technique modulaire est un ensemble modulaire de châssis (baies) au format 19 pouces, équipés de montants avant et arrière, de hauteur utile 42U, profondeur 800 mm, largeur 800 mm assemblés par l'intermédiaire de pièces de liaison et permettant d'adapter la disposition en fonction :

- du nombre de châssis nécessaire suivant l'importance de l'installation ;
- de l'architecture du lieu d'implantation choisi.

Composition
Le local technique modulaire, conforme à la norme EN 55022, est composé :

- d'un ou plusieurs châssis composés d'une ossature avant et arrière au format 19" en tube d'acier, supportant une charge de 400 kg et équipés de vérins permettant un réglage en hauteur ;
- d'un habillage de portes fixées aux châssis, réversibles pour une ouverture à droite ou à gauche et équipées de serrures ;
- d'un habillage des espaces libres par mise en place de modules obturateurs de format 1U - 19" ;
- de chemins de câbles verticaux et horizontaux permettant la gestion des flux de câblage.

Organisation
Il est important, par principe, de séparer les parties de connexion cuivre et les parties de connexion fibre optique en évitant la cohabitation. De même, les bandeaux de brassage des ressources téléphoniques et de distribution capillaire seront clairement séparés.

En conséquence, les connexions cuivres (distribution capillaire, ressources téléphoniques) seront implantées dans une ou plusieurs baies distinctes de celle(s) regroupant les connexions optiques et les éléments actifs.
En fonction de l'importance du site, des baies pourront être dédiée aux connexions optiques et aux éléments actifs.

Protection électrique
La baie active sera équipée d'une rampe électrique comportant :
- un interrupteur à voyant lumineux ;
- huit prises secteur minimum 2P+T - 16 A ;
- un cordon raccordé sur le disjoncteur de l'armoire électrique.

La borne de prise de terre du châssis sera raccordée au feuillard de ceinture du local technique par une tresse de masse.

Nota : un sachet de 50 visseries (écrou, vis et rondelle cuvette plastique) pour la fixation des équipements actifs sera laissé dans l'armoire technique.

- **C.5 - Prise terminale**

C 5.1 – Prise terminale cuivre RJ45 catégorie 6a

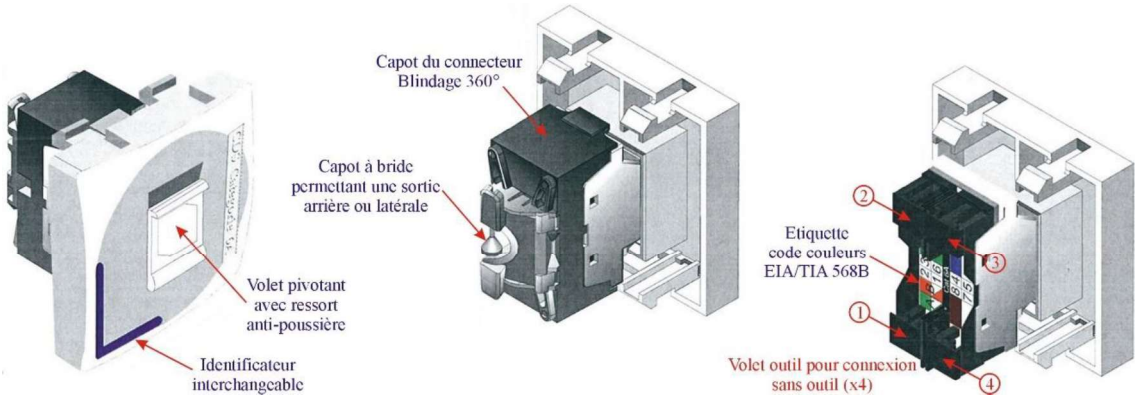
Elle permet à l'utilisateur de se connecter sur la distribution capillaire cuivre de son poste de travail et ainsi de brancher soit :
- du matériel téléphonique ;
- du matériel informatique.

La prise terminale, conforme à la norme française NF 55022 sur la compatibilité électromagnétique, sera constituée :
- d'un noyau interchangeable RJ45 9 contacts (8 fils + masse), normalisées ISO 8877, certifié catégorie 6a :
  - équipé d'un volet anti-poussière à ressort de couleur blanche, ouverture du volet vers le bas et ergot de verrouillage sur le haut ;
  - compatible avec les câbles 100 Ω et 120 Ω ;
  - disposant d'un blindage à 360° avec capot à sortie latérale réversible ;
  - un rappel de la convention de câblage EIA/TIA 568A/B sera apposé sur le noyau.
- d'un plastron 45/45 blanc :
  - comportant un identificateur de couleur bleu démontable ;
  - ne comportant qu'un seul et unique noyau RJ45.

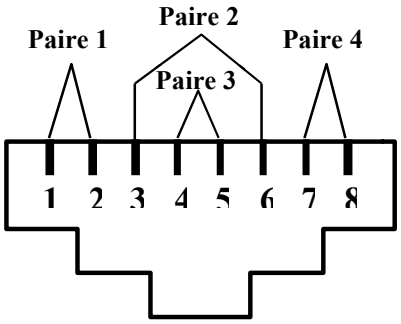
Important : Les plastrons 22,5/45 ainsi que les plastrons doubles 45/45 seront interdits.

Nota : Le noyau de la prise terminale ainsi que celui installé sur les bandeaux de brassage des armoires techniques seront identiques et issus du même fabricant.

Exemple de prise terminale



Position des bornes sur le connecteur RJ 45 :



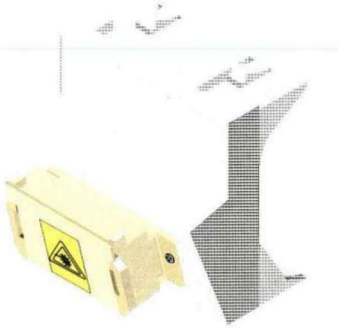
C 5.2 – Prise terminale optique SC/SC

Elle permet à l'utilisateur de se connecter sur la distribution capillaire optique de son poste de travail et ainsi de brancher du matériel informatique.

La prise terminale, sera constituée :

- d'un plastron 45/45 ;
- d'une traversée double multimode SC/SC ;
- d'un volet avec ressort pour traversée optique ;
- d'un pictogramme laser.

Exemple de prise terminale



- **C.6 – Brassage cuivre**

C 6.1 – Panneau de brassage pour la distribution capillaire

Caractéristiques physiques

Les panneaux de brassage permettront d'accueillir 24 ports RJ45 et seront équipés d'une jupe à gorge arrière de maintien de câbles.

Chaque point de connexion dissocié de la structure pour interchangeabilité de la connectique, correspond à une prise cuivre d'un poste de travail sur lequel le brassage dirigera les flux vers les ressources téléphoniques ou informatiques.

Caractéristiques techniques

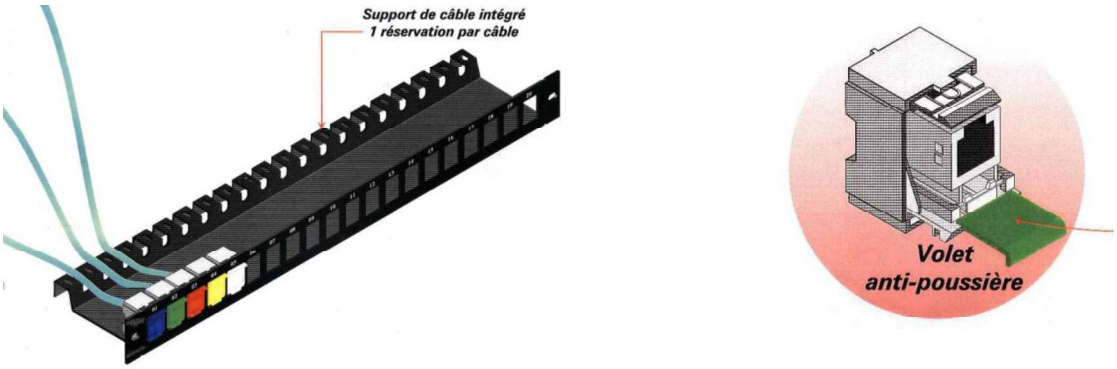
Les prises des panneaux de brassage, conformes à la norme française NF 55022 sur la compatibilité électromagnétique, seront constituées d'un noyau interchangeable RJ45 9 contacts (8 fils + masse), normalisées ISO 8877, certifié catégorie 6a :

- équipé d'un volet anti-poussière à ressort de couleur bleu, ouverture du volet vers le bas et ergot de verrouillage sur le haut ;
- compatible avec les câbles 100 Ω et 120 Ω ;
- disposant d'un blindage à 360° avec capot à sortie latérale réversible ;
- un rappel de la convention de câblage sera apposé sur le noyau.

Nota : Le noyau de la prise terminale ainsi que celui installé sur les bandeaux de brassage des armoires techniques seront identiques et issus du même fabricant.

Il sera prévu un panneau passe cordons équipé de balais par panneau de brassage ou verticalement par ensemble de 24 ports RJ45.
Des anneaux guides cordons seront placés sur les montants 19 pouces de part et d'autre des baies. Les anneaux ne doivent en aucun cas gêner la fermeture de la porte.
Un repérage sur le panneau indiquera la position géographique correspondante à chaque point de connexion suivant les exigences définies par les normes française NFC 50174 et américaine TIA/EIA 606.

Exemple de panneau de brassage et de noyau



C 6.2 - Panneau de brassage pour la ressource téléphonique

Caractéristiques physiques
Ces panneaux de brassage au format 19'' à haute densité multiple de 28 ports accueillent en face arrière la rocade cuivre et en face avant la connectique cuivre RJ45.
Chaque point de connexion correspond à un abonné téléphonique.
Le brassage dirigera la ressource téléphonique vers la distribution capillaire.

Caractéristiques techniques
En face avant, les prises des panneaux de brassage de type RJ45 et la connectique arrière de type raccordement par volet outil connexion auto-dénudant (VOCAD) assureront au minimum les exigences de la catégorie 3 selon les normes :

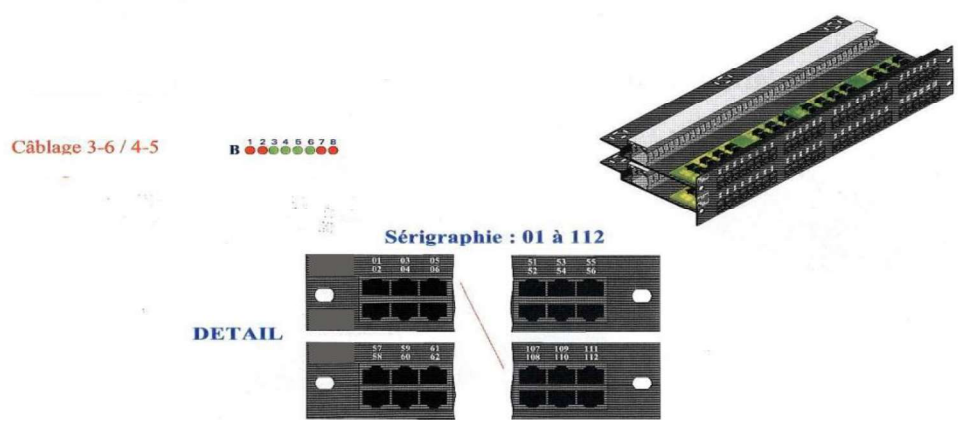
- européennes CENELEC EN 50173 ;
- internationales ISO/CEI/DIS 11801.

L'arrière du panneau de brassage sera équipé d'une jupe de maintien du câble sur laquelle sera fixée une goulotte permettant d'épanouir le câble.

Le câblage suivra les recommandations ci-dessous :

RESEAU	PLOTS	OBSERVATIONS
Téléphonie 1 paire	4-5	

Exemple de panneau de brassage téléphonique



C 6.3 – Module téléphonique CAD 8 paires

Caractéristiques physiques
Ces modules sont constitués d'un corps isolant supportant des contacts autodénudants (C.A.D.) à fourche double permettant une configuration en "Y" et assurant le raccordement de fils de 0,4 à 0,8 mm de diamètre.
La face avant possède des ouvertures détrompées permettant l'insertion de fiches de coupures, de protection ou de test.
Des flasques à canaux passe-fils, guidant les fils devant chaque contact, sont fixés de part et d'autre du corps et permettent le raccordement du câble et la mise en place des jarretières.
La face arrière doit être équipée d'un système de fixation par encliquetage sur la ferme standard.

Type de module CAD

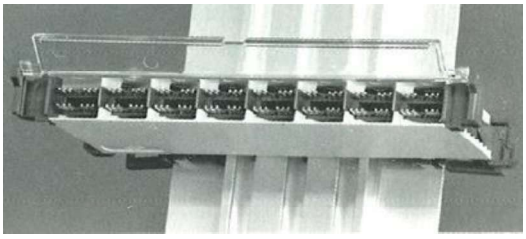
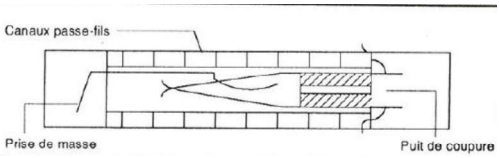


Schéma du module CAD



- **C 7 - Brassage optique**

C 7.1 – Tiroir optique modulaire

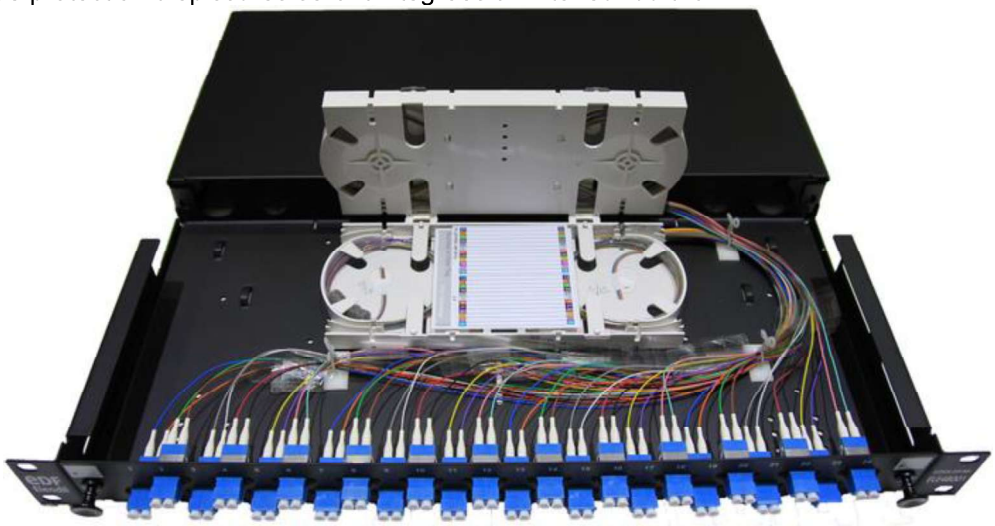
Caractéristiques physiques
Il permet d'épanouir les câbles optiques, de protéger leurs extrémités et de faciliter le raccordement aux équipements actifs en utilisant un brassage indirect.
L'ensemble des raccordements optiques est rassemblé afin d'être isolé du monde cuivre.
En face avant du répartiteur, on retrouve des modules supportant des couples de traversées, SC/SC (monomodes et multimodes).

Caractéristiques techniques
De largeur 19 pouces, le tiroir en comprendra :

- de 2 à 8 emplacements de modules optiques interchangeables permettant une mixité des connectiques ;
- un plateaux extractible équipé de plots de lovage
- d'un système de verrouillage de la face avant par 1/4 de tour ;
- des presses étoupes et des bouchons obturateurs en face arrière.

Ils seront organisés pour offrir une modularité en fonction des supports de connectiques et du nombre de modules (sous forme de plaquettes) à intégrer.

Des cassettes de protection d'épissures seront intégrées à l'intérieur du tiroir.



Exemple de tiroir optique

- **C.8 - Cordons de brassage et de raccordement cuivre**

C 8.1 - Cordons de brassage informatique

Ces cordons assurent la liaison entre la distribution capillaire et les ressources informatiques. Ils devront impérativement être issus du même fabricant que celui du système de précâblage pour optimiser les performances des chaînes de liaison, éviter les problèmes d'incompatibilité diaphonique en catégorie 6a et aussi pour des questions de garanties.
Ces cordons de brassage RJ45/RJ45 ont 4 paires, sont droits, de type S/FTP surmoulés à chaud, certifiés catégorie 6a, d'impédance caractéristique 100 Ω et de fréquence 900 MHz minimum et conformes aux normes EN50173 et EN 50288.
Le dépassement des contacts des fiches RJ45 mâles sera compris entre 5,89 et 6,15 mm (tolérances de la norme ISO 8877).
Les cordons seront de longueur 2 m et la couleur du cordon doit être différente de celle des cordons de brassage téléphoniques.

C 8.2 - Cordons de raccordement informatique

Ces cordons de longueur 3 m et/ou 5 m ont les mêmes caractéristiques que les cordons de brassage informatiques.

C 8.3 - Cordons de brassage téléphonique

De longueur 1 m ou 2 m et de couleur différente des cordons de brassage informatique, ces cordons assurent la liaison entre la distribution capillaire et la ressource téléphonique.
Ces cordons de brassage RJ45/RJ45 sont droits de type UTP surmoulés à chaud, 2 paires (câblage 3-6/4-5), d'impédance caractéristique 100 Ω.
Au niveau de la performance ils assureront au minimum les exigences de la catégorie 3.

- **C.9 - Cordons de brassage optique**

Le brassage des fibres optiques ou le raccordement des fibres sur les éléments actifs (non prévus au titre du marché) du réseau s'effectuera par des jarretières optiques duplex multimode OM3 (50/125) avec connectiques adaptées aux éléments à raccorder.
Les jarretières optiques seront tubées à 900 µm et de type Breakout.

Afin d'interconnecter les différents réseaux et de les brasser sur les points d'accès classifiés, il sera fourni des jarretières optiques :

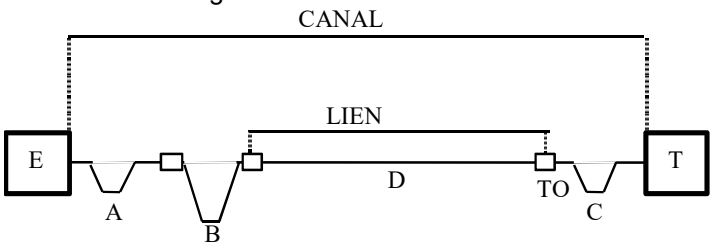
- multimode OM3 SC/SC de longueur 2 m minimum ;
- multimode OM3 SC/LC de longueur 2 m minimum.

- **Appendice D - Performances de transmission et recette**

- **D.1 - Câblage cuivre**

La norme définie deux notions pour évaluer les performances de transmission, le canal et le lien.
Le canal correspond au lien complet incluant les cordons du client (cordons A, B et C) de la figure ci-dessous. Les extrémités des cordons A et C sont insérées dans le testeur et l'injecteur pour réaliser les mesures.
Le lien permanent est un sous-ensemble du canal. Il décrit la partie fixe de l'installation partant de la prise murale à la première connectique de la baie de brassage. Dans ce cas les cordons de mesure seront les cordons du testeur.

Lien et canal en câblage cuivre



A = câble de l'équipement
B = cordon de brassage < 5 m
C = câble du terminal
D = câble horizontal < 90 m
E = équipement actif
T = terminal

A+B+C < 10 m

Les mesures seront effectuées en Permanent Link **catégorie 6a** conformément à la norme ISO 11801.

Toute mesure résultant FALSE sera rejetée.

- **D.2 - Câblage optique**

Mesures de réflectométrie
Elles devront permettre de connaître :
- la longueur des fibres ;
- l'atténuation ramenée au kilomètre de toutes les fibres entre leurs extrémités (hors connecteurs) ;
- les pertes sur les connecteurs.

Ces mesures seront effectuées dans les deux sens à 1300 nm et à 850 nm pour les fibres multimode et 1310 nm et 1550 nm pour les fibres monomodes. Lors du test les bouclages seront prohibés. Chaque relevé mettra en évidence :
- les références de la fibre considérée ;
- la longueur d'onde ;
- l'indice de réflexion utilisé (ex : 1.4490) ;
- la largeur d'impulsion.

Les mesures pourront être effectuées soit en mode manuel, soit en mode automatique sur les appareils qui le permettent. La méthode de mesure sera décrite.

En mode manuel
Les relevés suivants devront être présentés pour chaque fibre et pour chaque longueur d'onde :
- sens 1 : connecteur d'entrée et fibre ;
- sens 1 : connecteur d'entrée, fibre et connecteur de sortie ;
- sens 1 : atténuation sur la fibre hors connecteur ;
- sens 2 : connecteur d'entrée et fibre ;
- sens 2 : connecteur d'entrée, fibre et connecteur de sortie.

Conditions générales de mesure
Afin de trouver des valeurs significatives, il sera nécessaire d'utiliser **des amorces d'une longueur minimale de 200 m**. Ces amorces seront placées en amont et en aval de la fibre à mesurer et devront avoir **des caractéristiques semblables aux fibres posées** notamment en terme d'atténuation où l'idéal serait d'utiliser des amorces en provenance du lot des fibres qui sont mesurées.
En ce qui concerne les mesures à 850 Nm, la largeur d'impulsion devra être inférieure à 3 mètres. Ceci permet une mesure correcte des fibres supérieures à 30 m.
Pour les mesures à 1300 Nm, les largeurs d'impulsion ne pouvant être aussi faibles (généralement 10 m), les valeurs trouvées, sur des fibres inférieures à 80 m, pourront dépasser les valeurs précisées ci-après.

On devra tenir compte du nettoyage éventuel des connecteurs avant les mesures et de veiller à ce qu'aucun gel ne soit utilisé lors de ces mesures.

- **D.3 - Valeur de référence**

Fibres optiques

Type de fibre	Multimode 50/125		Monomode 9/125	
Longueur d'onde	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
Atténuation dB/km	≤ 2,7	≤ 0,8	≤ 0,4	≤ 0,25

Les valeurs ci-dessus sont conformes à l'intervalle défini par les standards NFC 93842, CEI 793.2 et les recommandations des câbliers et des fabricants de fibre.

Connecteurs SC/SC

Les pertes sur les connexions devront être inférieures à **0,4 dB**. Toute connexion présentant une atténuation supérieure sera considérée comme inapte.
Par connexion, il faut comprendre :

- deux connecteurs SC ;
- la traversée de cloison ;
- le connecteur SC de l'amorce.

Mesures de photométrie

Elles permettent d'établir le bilan d'une liaison : fibre, connecteurs d'entrée et de sortie. Elles seront effectuées à 850 Nm et 1300 Nm sur les fibres multimode et à 1310 Nm et 1550 Nm pour les fibres monomode.
Néanmoins, il convient de souligner le peu de fiabilité de ces mesures du fait qu'elles ne donnent lieu à aucun relevé et dépendent, dans la pratique, du matériel utilisé. Cependant, il est nécessaire de vérifier la cohérence des résultats.
Par exemple, on mesure une fibre multimode de 100 m à 850 Nm :

- 2 connecteurs < 2 x 0,4 dB
- 100 m de fibre < 3,5 dB / 10

On en déduit que la mesure doit être inférieure à 1,15 dB (2 x 0,4 + 0,35).

- **D.4 - Contrôles visuels**

Ils ont pour objet de s'assurer que l'installation est réalisée conformément au cahier des charges, aux normes et aux Règles de l'Art.
Les points importants sont :

- contrôler les références des composants installés ;
- vérifier l'absence de contrainte mécanique sur les câbles (rayons de courbure à minima acceptables, colliers de fixation ne déformant pas la gaine de câble, absence d'arrachement de la gaine par un tirage trop violent) ;
- vérifier le câblage des prises et modules de raccordement ; convention de raccordement, longueur de détorsadage de la paire (maxi 8 mm), longueur de suppression de l'écran ;
- vérifier le raccordement et la distribution des terres et masses sur les chemins de câbles, les baies et fermes de répartition ;
- s'assurer du respect des distances d'éloignement par rapport aux sources de perturbation.

Attention : Pour les composants catégorie 6a, il est impératif de respecter les recommandations des constructeurs.

- **D.5 - Dossier de recette**

La norme ISO 11801 **Classe Ea** décrit deux types de liens distincts et leurs limites de performances.

La recette pourra être réalisé soit :

- ISO 11801 AMD 2.0 – Permanent link Classe Ea
- TIA 568-B.2-10 – Permanent link CAT6A

La recette de test comportera des tests statiques et dynamiques sur la totalité de la réalisation.

L'alien Crosstalk devra être mesuré par échantillonnage ou sera garantie par le constructeur au travers d'une lettre d'engagement.

Un dossier de recette devra systématiquement comporter :

- une copie du cahier des charges ;
- une description précise de l'architecture de l'installation, les plans du site, les modes de passage des câbles, les plans de repérage avec les références permettant l'identification des connexions ;
- une présentation des matériels utilisés ainsi qu'une documentation des fournisseurs ;
- la liste des critères de qualité sur laquelle a porté l'examen visuel de l'installation ainsi qu'un commentaire sur les non-conformités constatées ;
- les fiches de mesure relatives aux tests des prises RJ45 ;
- les fiches de mesure relatives aux tests des liens optiques ;
- le synoptique des armoires techniques avec la position des accessoires de raccordement (répartiteurs divers) ;
- la fiche de qualification de l'appareil de mesures qui a été utilisé pour les tests des liaisons cuivre (certificat datant de moins d'un an délivré par l'organisme de métrologie lors de la visite annuelle de l'appareil de mesures) ;
- la fiche de suivi de chantier (objet de **l'annexe IV**) remplie, validée et contresignée par le prestataire, le SID et la DIRISI.

L'ensemble de ces mesures et test sera consigné dans un cahier ainsi que sur support magnétique de type clé USB. Ils seront livrés chacun en deux exemplaires à l'administration.
Des mesures contradictoires seront effectuées par l'administration.
Ces sous dossiers seront établis à l'aide des logiciels bureautique suivants : WORD, EXCEL, VISIO, AUTOCAD.
Ils seront communiqués à l'administration dans un cahier et en deux exemplaires chacun.

ANNEXE III - RAPPEL DES NORMES ET PRINCIPES DE CABLAGE

Les normes des systèmes de câblage ont été créées dans le but de définir une qualité standard et homogène partout dans le monde et quels que soient les produits utilisés. Il est donc essentiel de connaître la signification et la correspondance de ces normes par rapport aux produits utilisés.

- **Appendice A - Les normes**

A1 - Les organismes normatifs

Il existe trois organismes de normalisation :

- EIA/TIAnorme américaine qui travaille en catégorie (Cat5e, Cat6, Cat6a, …) ;
- ISO norme internationale ;
- EN norme européenne qui définissent les performances en classe (C, D, E, Ea, …).

A2 - Le cuivre

Correspondance entre catégories et classes

L'EIA/TIA définit les composants et la chaine de liaison en catégorie.

Fréquence max	100MHz	250MHz	500MHz	600MHz	1000MHz
Composants / Chaîne de liaison	Cat. 5e	Cat. 6	Cat. 6A		
EIA/TIA	568-C.2	568-C.2	568-C.2		

Note : la norme 568-C.2 a été ratifiée en septembre 2009.

L'ISO et L'EN définissent les composants en Catégorie et la chaîne de liaison en Classe.

Fréquence max	100MHz	250MHz	500MHz	600MHz	1000MHz
Composants	Cat. 5e	Cat. 6	Cat. 6A	Cat. 7	Cat. 7A
Chaîne de liaison	Classe D	Classe E	Classe Ea	Classe F	Classe Fa
ISO/IEC	11801 ED2.0	11801 ED2.0	AMD1.0/AMD2.01181	11801 ED2.0	AMD1.0/AMD2.01181
EN	50173-1	50173-1	50173-1	50173-1	50173-1

Les différents types de blindage

L'utilisation d'un blindage pour les câbles et connecteurs permet d'être imperméable aux perturbations électromagnétiques.
Le blindage d'un câble est défini par 3 lettres :

- U pour non blindé ;
- F pour le blindage par feuillard aluminium ;
- S pour le blindage par tresse d'aluminium.

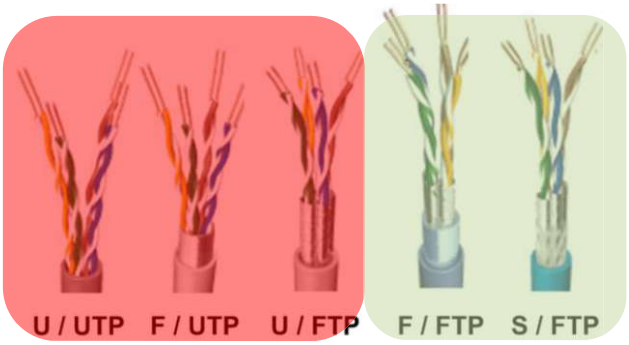
La position de ce blindage sur le câble, général ou au niveau des paires est précisé par la symbolique suivante :



Codification des câbles à paires torsadées

Codification	Désignation – câbles proscrits
U/UTP	Câble à paire torsadées non écranté
F/UTP	Câble à paire torsadées avec écran général
U/FTP	Câble à paire torsadées écranté par paire
F/UTQ	Câble à paire torsadées structure en quartes avec écran général

Codification	Désignation – câbles autorisés
F/FTP	Câble à paire torsadées écranté par paire avec écran général
S/FTP	Câble à paire torsadées écranté par paire avec tresse générale



A3 - La fibre optique

La norme ISO 11801 Ed 2 classe la fibre optique en 4 grandes familles : OM1, OM2, OM3 pour les multimodes et OS1 pour les monomodes.

Comparatif fibre optique						
Type de fibre	100FX	1000SX	1000LX	10GS	10GL	10GLX4
Vitesse réseau	100Mbits	Gigabits		10 Gibabits		
Multimode OM1Ø62.5/125 µm	2km	275m	550m	33m	N/A	300m
Multimode OM2 Ø 50/125 µm	2km	550m	550m	82m	N/A	300m
Multimode OM3 Ø 50/125 µm	2km	550m	550m	300m	N/A	300m
Multimode OM4 Ø 50/125 µm	2km	550m	550m	550m	N/A	550m
Monomode OS1 Ø 9/125 µm	N/A	N/A	5km	N/A	10km	10km
Monomode OS2 Ø 9/125 µm	N/A	N/A	N/A	N/A	200km	200km

- **Appendice B - Principes de pré-câblage d'un immeuble**

Pré-câbler un bâtiment consiste à le doter d'un réseau de câbles et connectiques associées permettant à ses occupants d'interconnecter n'importe quel type de matériel informatique ou de télécommunication.

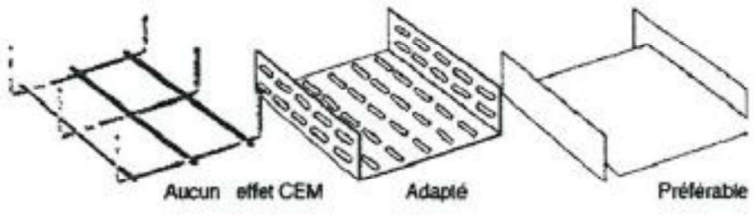
Organisation générale d'un pré-câblage

L'organisation du câblage des bâtiments est du type « étoile » hiérarchisée.
L'architecture se décompose en deux ensembles :

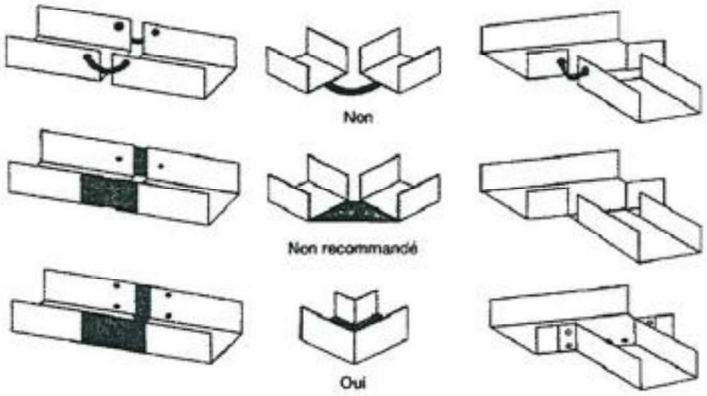
- **La distribution verticale** ou "primaire" représentant les liaisons inter-bâtiments appelées rocades.
- **La distribution horizontale** ou "capillaire" représente les liaisons entre le local technique et la prise terminale. C'est la distribution classique au sein d'un étage ou d'un bâtiment.

B1 – Type de chemins de câbles et installation

Les différents types de chemins de câbles



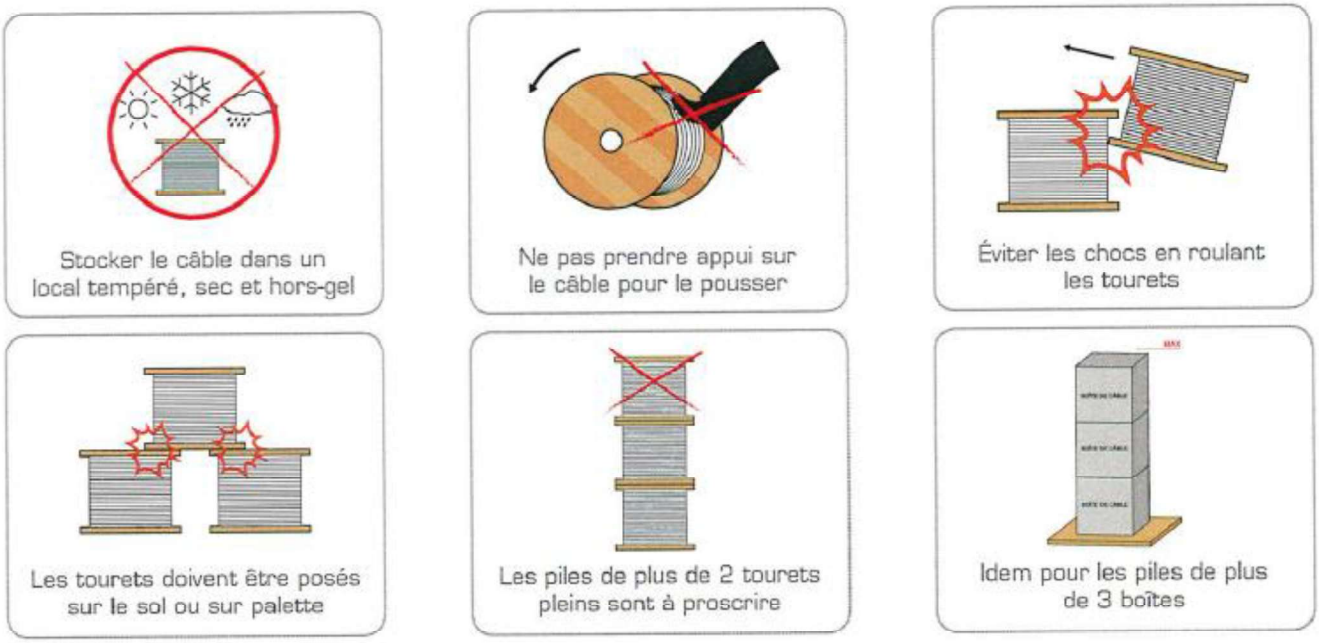
Principes d'installation et règles de continuité des masses



B2 – Stockage et manipulation des câbles et tourets

Stockage des câbles réseaux

Les câbles de réseaux sont généralement conditionnés en tourets en bois, en contreplaqué, en plastique ou dans des boîtes dévideuses spécifiques afin d'éviter les contraintes mécaniques.
Quelques règles élémentaires sont à respecter :



Manipulation des câbles à fibres optiques

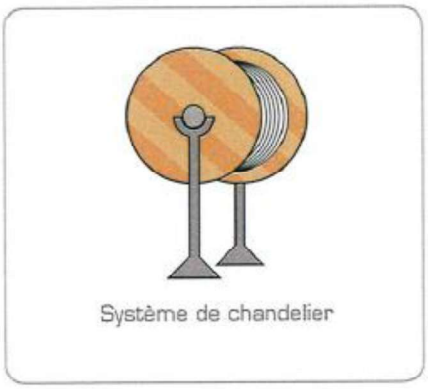
Les fiches techniques des câbles optiques précisent la traction maximum supportée par chaque câble (exprimée en Newton). La traction par la gaine est à proscrire car elle peut provoquer un étirement du câble et le report des contraintes mécaniques sur les fibres elles même.
Lors de pose verticale, il est conseillé de lover sur 2 tours toutes les fibres à structure libre dans tous les étages afin d'éviter la chute des fibres à l'intérieur du câble. Par ailleurs, cela évite la traction verticale dûe au simple poids des fibres.
Du fait de leur gaine en PE (inflammable), les câbles d'extérieurs sont strictement interdits pour des installations et pose à l'intérieur d'un bâtiment. Pour des raisons de propagation d'incendie, leur pénétration dans le bâtiment est limitée à 15 mètres maximum avant épanouissement.

Manipulation des câbles réseaux

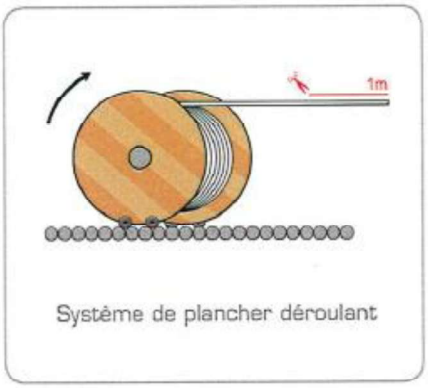
Lors de la pose du câble, il faut minimiser au maximum les contraintes physiques subies par le câble. On utilise couramment des chandeliers ou des plateaux déroulants.

Le câble doit être dévidé par le haut avec une légère force de traction.

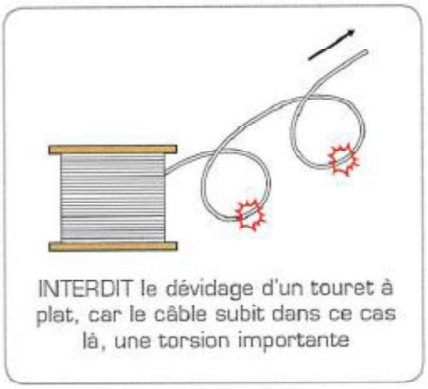
L'extrémité qui a servi à la préhension du câble devra être coupée sur 0,5 à 1 mètre environ une fois la longueur souhaitée obtenue.



Système de chandelier

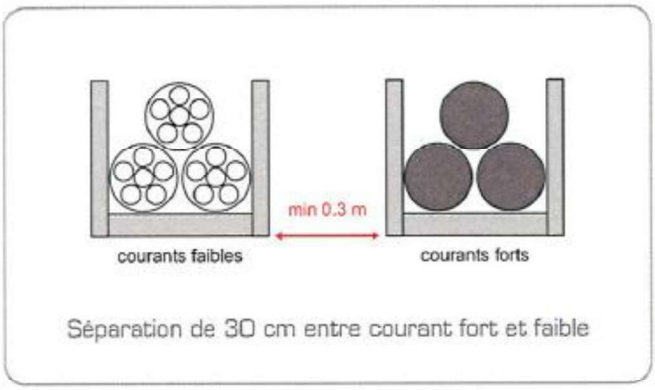


Système de plancher déroulant

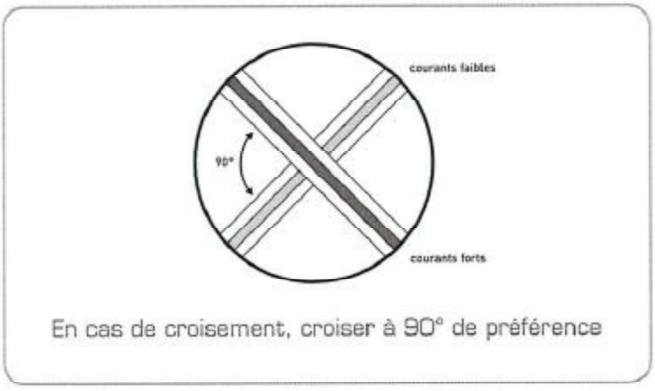


INTERDIT le dévidage d'un touret à plat, car le câble subit dans ce cas là, une torsion importante

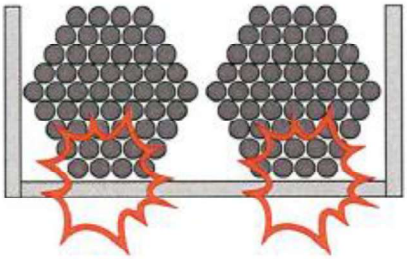
- pour la pose du câble dans les chemins de câbles :



Séparation de 30 cm entre courant fort et faible



En cas de croisement, croiser à 90° de préférence

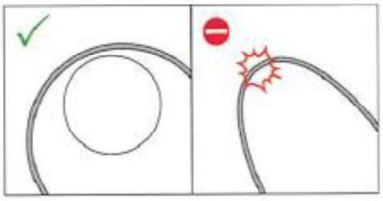


Ne pas surcharger les chemins de câble

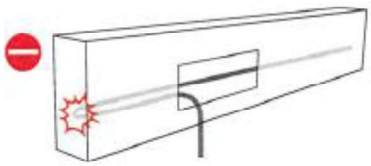


De même, marcher sur un câble est proscrit.

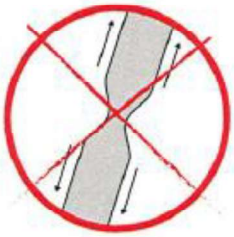
- pour la mise en œuvre des câbles où il faut éviter au maximum les contraintes sur le câble susceptibles de porter atteinte à son intégrité :



Respecter les rayons de courbures



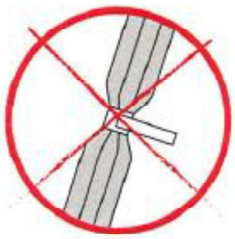
Eviter les angles vifs comme les boucles dans les goulottes



Ménager les câbles lors des tractions



La torsion du câble est proscrite



Eviter les colliers en plastique



Utiliser des colliers souples auto-agrippants type « Velcro ».

ANNEXE IV - FICHE DE SUIVI DE CHANTIER (PRESTATAIRE)

Le prestataire de service devra impérativement remettre Le formulaire complété et signe le jour de la recette du chantier aux organismes suivants :

- la maitrise d'œuvre du chantier ;
- la DIRISI en charge du PROJET.

La DIRISI se réserve le droit de faire réaliser des contre-mesures par ses services compétents.

Etablit le ..... par .....

A - INFORMATIONS GENERALES

A 1 - Coordonnées

INSTALLATEUR	
(voire sous-traitant)	
SITE	
(adresse exacte)	
CLIENT FINAL	
BUREAU D'ETUDE	

A 2 - Nomenclature produit

CONNECTEUR(S)	
(Référence + quantité)	
CABLE(S)	
(Référence + quantité)	
FIBRE OPTIQUE(S)	
(Référence + quantité)	
CONNECTEUR(S) OPTIQUE	
(Référence + quantité)	

B - CHECK LIST CABLAGE FTP Cat 6a et Classe E

Pour une conformité parfaite aux règles de l'art la totalité **des cases rouges** doivent-être cochées.
La DIRISI se réserve le droit de "valider" ou non une case non cochée en fonction de la spécificité du chantier ou des contraintes physiques du bâtiment.

B 1 - Le câble

L'approvisionnement est constitué d'un câble unique d'un seul constructeur ☐
Pour une installation nouvelle ou une modification un seul lot couvre l'ensemble du câblage ☐

B 2 - Le local technique

Le local innerve **exclusivement** les prises des niveaux de **n-1** à **n+1** ☐
La distance de la plus grande longueur est inférieure à **90 m** ☐
La surface du local est suffisante (**> 8 m²**, 10 à 12 m² conseillé) ☐
L'accès est sécurisé (clef, code, etc.) ☐
La température et la propreté du local sont admissibles ☐

B 3 - La disposition de l'armoire ou de la baie de câblage

Le local dispose d'une arrivée de terre conforme (**16 mm² minimum**) ☐
L'ensemble mécanique de l'armoire est relié à la **terre par tresse** (portes, panneaux latéraux) ☐
L'armoire offre une largeur permettant le brassage facilement (800 mm conseillé) ☐
L'accès à l'arrière de l'armoire reste possible pour des modifications ultérieures ☐
Un départ de chemin de câble est présent à l'arrière pour guider les torons ☐
Les torons de câblage **sont fixés** sur des échelles ou des dispositifs appropriés ☐
La fixation est réalisée à l'aide d'attache câbles **serrés sans excès** ☐
Le positionnement des bandeaux est conforme à la logique de l'armoire (**pas de mélange**) ☐
Les FO sont en haut, la téléphonie (si présente) en dessous, les matériels actifs sont regroupés ☐
Une place suffisante existe entre bandeau pour les guides cordons (2U conseillé) ☐
Les guides cordons sont réellement utilisés (sans lovage interne) ☐
Les cordons de brassage sont de type **FTP Cat 6a** et différentiés par rapport à tout autre cordon ☐
Si plusieurs armoires existent, le repérage de l'armoire apparaît ☐
Si plusieurs armoires existent, leur **interconnexion de masse** est réalisée ☐

B 4 - Le montage des modules de brassage dans l'armoire

L'ensemble des prises est homogène et du même type (**Cat. 6a exclusivement**) ☐
Les modules sont **identiques** (cas d'un câblage neuf) ☐
Les modules ajoutés (cas d'un rajout) sont du même type ou d'un modèle de remplacement ☐
La fixation des câbles unitaires est effectuée sur la platine (selon le produit) ☐
Le toron est immobilisé à l'aide d'attache câbles **serrés sans excès** ☐
Chaque module dispose d'une reprise de masse (par construction ou ajoutée) ☐
Sur montants peints, une reprise de masse de **2,5 mm² mini** est effectuée systématiquement ☐

B 5 - Le cheminement / chemin de câble

Un chemin de câble (dalle marine, goulotte) **est présent** sur la totalité du parcours ☐
Une **mise à la terre équipotentielle** est réalisée sur son intégralité ☐
Son remplissage n'excède pas les **trois quarts** en fin de chantier ☐
Les câbles sont posés dedans et non tirés (15Kg maximum de traction) ☐
Les rayons de courbure sont respectés (**8 fois le diamètre** du câble) ☐
Il n'y a pas d'aller-retour de câble dans les cheminements (en particulier les goulottes) ☐
Les torons sont immobilisés à l'aide d'attache câbles **serrés sans excès** ☐
Les arêtes coupantes des matériaux utilisés sont protégées. ☐
Les distances par rapport au courant fort sont respectées (30cm**, sauf** goulotte de distribution) ☐

B 6 - Les prises terminales

La prise utilisée est **identique** et issue du même fabricant que celle des panneaux ☐
Le montage permet de respecter les rayons de courbure (**6 fois le diamètre**) ☐
La distribution avec le câble d'alimentation informatique est commune (même goulotte) ☐

B 7 - Le raccordement des modules RJ45

Le montage des prises est effectué selon la notice de pose du constructeur ☐
Le détorsadage est **le plus faible** possible (voisin de zéro) ☐
Le dénudage de la gaine est **inférieur à 5 mm** sans blessure des fils ☐
La continuité du drain est assurée ☐
Les cordons de brassage informatique sont de type **S/FTP – 4 paires - Cat 6a** ☐
Les cordons de brassage téléphonique sont de type **UTP - 2 paires** ☐
Le repérage est sérigraphié (ou imprimé) et non écrit à la main ☐
La composition du repérage est unique et reprend la position et le numéro d'ordre de la prise ☐
La reprise CEM à 360° (cas de l'isolant bleu sur le dessus) ☐

B 8 - Les tests de validation

Les tests sont réalisés conformément à la Norme **ISO/IEC 11801 Classe Ea/Cat 6a éd. 2002** ☐
Les tests sont réalisés avec la continuité du blindage /écrantage ☐
Les documents de certification sont remis pour chaque prise en mode Permanent Link ☐
Toutes les prises ont été validées (PASS/CORRECT) avec une pire marge **d'au moins 1 dB** ☐

C - ECHANTILLONNAGE DE LA RECETTE

TESTEUR		
Certificat d'auto-calibrage	**Oui** ☐	**Non** ☐
Certificat d'étalonnage	**Oui** ☐	**Non** ☐

***Si Possible joindre des tests en Annexe (en Permanent Link et avec des courbes)**

Résultats

CONFORME ☐ **NON CONFORME** ☐

Remarques :
……
……
……
……
……

Signature Prestataire	Signature SID	Signature DIRISI